
ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕГУЛЯРНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА МИКРОРЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭРИТРОЦИТОВ У ЛИЦ ПЕРВОГО ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА С АБДОМИНАЛЬНЫМ ОЖИРЕНИЕМ I СТЕПЕНИ

Т.С. Мальцева, С.Ю. Завалишина

Курский институт социального образования (филиал) РГСУ
ул. К. Маркса, 51, Курск, Россия, 305029

Рассмотрено влияние на микрореологические свойства эритроцитов регулярных легкоатлетических занятий у лиц первого зрелого возраста с абдоминальным ожирением I степени. Оценивались перекисное окисление липидов и антиоксидантная защита плазмы, цитоархитектоника и агрегация красных кровяных телец. С целью коррекции состояния всем больным назначались регулярные посещения секции легкой атлетики 3 раза в неделю по 1,5 ч. Оценка учитываемых показателей у лиц с абдоминальным ожирением проводилась через 0,5 года, 1 год, 1,5 года и 2 года занятий в секции. Медикаментозная терапия ни в одном случае не проводилась. Статистическая обработка велась критерием Стьюдента.

Через год регулярных тренировок в секции легкой атлетики у больных достигнута нормализация уровня массы тела, перекисного окисления липидов плазмы, цитоархитектоники и агрегационной активности красных кровяных телец. Продолжение регулярных легкоатлетических тренировок закрепляло достигнутый результат.

Ключевые слова: эритроциты, агрегация, цитоархитектоника, первый зрелый возраст, абдоминальное ожирение, физические нагрузки.

Среди населения России все чаще встречается избыточное и нерациональное питание, обуславливающее широкое распространение абдоминального ожирения (АО), являющегося патогенетической основой развития в будущем метаболического синдрома или его составных частей — артериальной гипертензии, дислипидемии, атеросклероза и сахарного диабета II типа [9]. Формированию этих состояний во многом способствуют сопровождающие АО реологические нарушения крови и ее форменных элементов, приводящие к расстройствам кровоснабжения в тканях [5]. Большую роль в этом играют изменения микрореологических свойств наиболее многочисленной популяции форменных элементов крови — эритроцитов, имеющих ведущее значение в развитии ухудшения реологических свойств крови в целом и ослаблении обменных процессов во всем организме [6].

Большой научно-практический интерес представляет выяснение особенностей структурно-функциональных изменений эритроцитов на ранних стадиях формирования ожирения у наиболее трудоспособных лиц первого зрелого возраста. Кроме того, несмотря на большую клиническую и патогенетическую значимость микрореологических нарушений эритроцитов в дебюте развития АО, мало внимания уделяется их коррекции. В доступной литературе имеются обширные сведения о влиянии физических нагрузок и их отсутствия на микрореологические свойства клеток крови [3; 4; 7] у здоровых людей и с уже развившейся патологией. При этом не выяснена возможность коррекции цитоархитектоники и агрегации эритроцитов

у лиц первого зрелого возраста с АО I степени на фоне регулярного применения у них наиболее доступного и не имеющего противопоказаний варианта оптимизирующего воздействия — легкоатлетических тренировок.

Цель работы — выяснить возможности в плане влияния на микрореологические свойства эритроцитов регулярных легкоатлетических занятий у лиц первого зрелого возраста с абдоминальным ожирением I степени.

Материалы и методы исследования. Работа базируется на наблюдениях за 28 людьми 22-летнего возраста (16 мужчин и 12 женщин) с АО I степени с наследственной предрасположенностью к ожирению (ожирение у одного или у обоих родителей). Никаких иных нарушений в состоянии здоровья у обследованных не отмечалось. Группа контроля представлена 92 здоровыми людьми первого зрелого возраста, регулярно посещающими секцию легкой атлетики.

У всех наблюдаемых определяли ряд антропометрических показателей: массу тела, индекс массы тела (ИМТ), окружность талии (ОТ), окружность бедер (ОБ) с расчетом ОТ/ОБ.

Перекисное окисление липидов (ПОЛ) в плазме всех обследованных определяли по содержанию в ней тиобарбитуровой кислоты (ТБК)-активных продуктов набором фирмы «Агат-Мед» и ацилгидроперекисей (АГП) [2]. Уровень антиоксидантной активности (ОАО) плазмы выясняли по методу И.А. Волчегорского и соавт. [1].

Определение содержания в крови обследованных дискоидных и измененных форм эритроцитов велось на световом фазово-контрастном микроскопе с последующим расчетом индекса трансформации (ИТ), индекса обратимой трансформации (ИОТ), индекса необратимой трансформации (ИНОТ) и индекса обратимости (ИО) [6].

Выраженность спонтанной агрегации эритроцитов определялась в камере Горяева на световом микроскопе путем регистрации количества агрегатов эритроцитов, числа проагрегировавших и неагрегировавших эритроцитов с вычислением на основе полученных данных среднего размера агрегата (СРА), показателя агрегации (ПА) и процента неагрегированных эритроцитов (ПНА) [6].

Всем включенным в исследование лицам с АО I степени назначались регулярные тренировки в секции легкой атлетики 3 раза в неделю по 1,5 часа. Оценка учитываемых показателей у лиц с АО осуществлялась на момент взятия их в исследование через 0,5 года, 1 год, 1,5 года и 2 года занятий в секции. Медикаментозная терапия ни в одном случае не проводилась. Статистическая обработка полученных результатов исследования осуществлена t-критерием Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение. На момент включения в исследование лиц с АО масса тела составляла $94,9 \pm 0,85$ кг, ИМТ $32,1 \pm 0,43$ кг/м² при ОТ/ОБ $1,21 \pm 0,025$ соответственно. Через 0,5 года регулярных физических тренировок в секции легкой атлетики масса тела у них стабильно снизилась до $80,5 \pm 0,74$ кг при уменьшении ИМТ до $27,2 \pm 0,36$ кг/м² и ОТ/ОБ до $1,07 \pm$

$\pm 0,021$. К году тренировок у наблюдаемых лиц масса тела в среднем составила $73,4 \pm 0,68$ кг, ИМТ $24,8 \pm 0,41$ кг/м² при соотношении ОТ/ОБ $0,89 \pm 0,029$. При этом у имевших в 22 года АО I степени эти показатели через 2 года тренировок составили $72,8 \pm 0,72$ кг, $24,6 \pm 0,32$ кг/м² и $0,88 \pm 0,031$ соответственно.

Регулярное шестимесячное посещение лицами с АО I степени секции легкой атлетики способствовало усилению АОО плазмы с $24,2 \pm 0,33\%$ до $28,1 \pm 0,38\%$ при ослаблении исходно усиленных у них процессов ПОЛ в плазме. При этом уже через 0,5 года занятий концентрации АГП и ТБК-активных продуктов плазмы снизились с $2,78 \pm 0,36$ Д₂₃₃/1 мл и $5,13 \pm 0,39$ мкмоль/л (в контроле $1,78 \pm 0,26$ Д₂₃₃/1 мл и $3,91 \pm 0,20$ мкмоль/л соответственно) до $2,00 \pm 0,22$ Д₂₃₃/1 мл и $4,32 \pm 0,42$ мкмоль/л соответственно. К 1 году коррекции в результате усиления АОО плазмы до $30,4 \pm 0,42\%$ (контроль $30,3 \pm 0,30\%$) содержание АГП достигло $1,79 \pm 0,19$ Д₂₃₃/1 мл, а уровень вторичных продуктов свободнорадикального окисления липидов — ТБК-активных соединений составил $3,92 \pm 0,21$ мкмоль/л. В течение последующего года занятий в секции все учитываемые показатели сохранились у наблюдаемых лиц в границах нормы.

Регулярное выполнение лицами с АО I степени легкоатлетических тренировок вызвало постепенное увеличение в их крови содержания дискоцитов (табл.). Так, через 6 мес. занятий в секции их уровень составил $82,3 \pm 0,37\%$, а к 12 мес. достиг значений контроля ($86,4 \pm 0,46\%$). Содержание обратимо и необратимо измененных форм красных кровяных телец в результате занятий легкой атлетикой снизилось до минимальных значений к году наблюдения: $8,9 \pm 0,12\%$ и $4,7 \pm 0,05\%$ соответственно. Также у наблюдаемых лиц с АО I степени легкоатлетические тренировки сопровождались снижением ИТ, достигшего уровня контроля к году наблюдения ($0,16 \pm 0,006$). Динамика содержания в крови пациентов обратимо измененных эритроцитов определила снижение ИОТ к 6 мес. наблюдения до $0,14 \pm 0,006$, а к 12 мес. до $0,10 \pm 0,008$. При этом применение регулярных легкоатлетических тренировок обеспечило у наблюдаемых больных также нормализацию ИНОТ к 12 мес. Так, у лиц с АО I степени ИО сохранился неизменным на уровне контроля. Дальнейшее посещение легкоатлетической секции закрепило достигнутую нормализацию цитоархитектоники эритроцитов у наблюдаемых лиц.

К 6 мес. легкоатлетических занятий у лиц, имевших в 22 года АО I степени, отмечено достоверное снижение суммы эритроцитов в агрегате и количества самих агрегатов при увеличении свободно лежащих эритроцитов, достигнувших нормы к году посещения секции легкой атлетики. Так, исходно сниженный СРА в течение 12 мес. коррекции возрос и достиг уровня контроля — $4,5 \pm 0,13$ клеток. ПА также подвергся достоверной позитивной динамике, составив к году тренировок $1,11 \pm 0,014$. В результате регулярных занятий по легкой атлетике в группе наблюдения отмечен рост ПНА, с достижением к 6 мес. уровня $84,8 \pm 0,16\%$, а к 12 мес. — значений, характерных для группы контроля (табл.). Продолжение занятий по легкой атлетике сохранило агрегацию эритроцитов на нормальном уровне до конца наблюдения.

**Цитоархитектоника и агрегация эритроцитов
у лиц первого зрелого возраста с абдоминальным ожирением I степени
на фоне регулярных легкоатлетических тренировок**

| Показатель | Динамика показателей на фоне регулярных тренировок в секции легкой атлетики, n=28, M±m | | | | Контроль, n = 92, M ± m |
|--------------------------------------|--|------------------------------|------------------------------|--------------|----------------------------|
| | 22 года | 22,5 года | 23 года | 24 года | |
| Дискоциты, % | 78,1 ± 0,41 | 82,3 ± 0,37 $p_1 < 0,01$ | 86,4 ± 0,46 $p_1 < 0,01$ | 86,5 ± 0,38 | 86,3 ± 0,25 $p < 0,01$ |
| Обратимо изм. эритроциты, % | 14,1 ± 0,14 | 11,4 ± 0,18 $p_1 < 0,01$ | 8,9 ± 0,12 $p_1 < 0,01$ | 8,7 ± 0,10 | 8,9 ± 0,29 $p < 0,01$ |
| Необратимо изм. эритроциты, % | 7,8 ± 0,12 | 6,3 ± 0,09 $p_1 < 0,01$ | 4,7 ± 0,05 $p_1 < 0,01$ | 4,8 ± 0,10 | 4,8 ± 0,23 $p < 0,01$ |
| Индекс трансформации | 0,28 ± 0,005 | 0,21 ± 0,004 $p_1 < 0,01$ | 0,16 ± 0,006 $p_1 < 0,01$ | 0,16 ± 0,005 | 0,16 ± 0,013 $p < 0,01$ |
| Индекс обратимой трансформации | 0,18 ± 0,011 | 0,14 ± 0,006 $p_1 < 0,05$ | 0,10 ± 0,008 $p_1 < 0,01$ | 0,10 ± 0,004 | 0,10 ± 0,015 $p < 0,01$ |
| Индекс необратимой трансформации | 0,10 ± 0,003 | 0,08 ± 0,004 $p_1 < 0,05$ | 0,05 ± 0,003 $p_1 < 0,01$ | 0,05 ± 0,004 | 0,05 ± 0,011 $p < 0,01$ |
| Индекс обратимости | 1,81 ± 0,016 | 1,80 ± 0,017 | 1,89 ± 0,013 | 1,81 ± 0,011 | 1,85 ± 0,10 |
| Сумма всех эритроцитов в агрегате | 47,9 ± 0,16 | 41,7 ± 0,21 $p_1 < 0,01$ | 36,5 ± 0,14 $p_1 < 0,05$ | 36,6 ± 0,10 | 36,6 ± 0,08 $p < 0,01$ |
| Количество агрегатов | 12,8 ± 0,05 | 10,2 ± 0,08 $p_1 < 0,01$ | 8,1 ± 0,13 $p_1 < 0,05$ | 8,1 ± 0,09 | 8,1 ± 0,11 $p < 0,01$ |
| Количество свободных эритроцитов | 218,2 ± 1,81 | 233,4 ± 1,46 $p_1 < 0,05$ | 244,8 ± 0,96 $p_1 < 0,05$ | 245,2 ± 1,06 | 244,5 ± 0,88 $p < 0,01$ |
| Показатель агрегации | 1,15 ± 0,010 | 1,13 ± 0,008 $p_1 < 0,05$ | 1,11 ± 0,014 $p_1 < 0,05$ | 1,11 ± 0,009 | 1,11 ± 0,014 $p < 0,05$ |
| Процент неагрегированных эритроцитов | 82,2 ± 0,13 | 84,8 ± 0,16 $p_1 < 0,05$ | 87,0 ± 0,20 $p_1 < 0,05$ | 87,1 ± 0,19 | 86,9 ± 0,17 $p < 0,01$ |
| Средний размер агрегата, клеток | 3,7 ± 0,16 | 4,1 ± 0,18 $p_1 < 0,05$ | 4,5 ± 0,13 $p_1 < 0,05$ | 4,5 ± 0,10 | 4,4 ± 0,12 $p < 0,01$ |

Условные обозначения: p — достоверность различий исхода и контроля, p_1 — достоверность динамики показателей на фоне коррекции.

Таким образом, у лиц первого зрелого возраста с АО I степени на фоне регулярного посещения секции легкой атлетики отмечается нормализация микрореологических свойств эритроцитов к 12 мес. наблюдения, сохраняющаяся при продолжении выполнения физических нагрузок.

В связи с улучшением экономической ситуации в России, уменьшением доли физического труда и пренебрежением значительной частью населения физическими тренировками в первом зрелом возрасте все чаще встречается ожирение со скоплением жировой ткани преимущественно в абдоминальной области [9]. Это ведет

в последние годы к резкому омоложению АО и его прогрессированию с возрастом, что значительно снижает трудоспособность населения. В патогенезе АО и его осложнений имеют значения изменения реологических свойств крови, во многом определяемые особенностями ее форменных элементов и наиболее многочисленными из них — эритроцитами. Так, АО обуславливает развитие отрицательной динамики функциональных показателей форменных элементов крови, в конечном счете, ухудшая микроциркуляцию в тканях [5]. В настоящей работе проведена оценка микрореологических свойств эритроцитов на начальных этапах формирования АО — при ее I степени с выяснением их динамики в случае воздействия наиболее доступным и безопасным вариантом физических нагрузок — легкоатлетическими занятиями. Можно уверенно говорить, что у лиц первого зрелого возраста при развитии АО происходит ослабление АОА, приводящие к нарастанию ПОЛ в жидкой части крови. Усиление интенсивности перекисидации липидов, о котором судили по наличию избыточного количества его продуктов в плазме, способствует альтерации мембран эритроцитов [9]. В условиях АО I степени в крови отмечается повышение содержания обратимо и необратимо измененных форм эритроцитов на фоне снижения дискоцитов и нарастания их способности к агрегатообразованию. Следствием ухудшения микрореологических свойств эритроцитов неизбежно является понижение эффективности микроциркуляции во всех тканях и органах с ослаблением их трофики [8].

Регулярные занятия в секции легкой атлетики устраняли избыточную массу жировой ткани в абдоминальной области, укрепляли мускулатуру и стимулировали дыхательную и сердечно-сосудистую системы у наблюдаемых лиц первого зрелого возраста, имевших в 22 года АО I степени. Это сопровождается у них усилением АОА и понижением интенсивности ПОЛ жидкой части крови, исключая перекисное повреждение мембран эритроцитов.

Установлено, что годовые регулярные занятия по легкой атлетике стабильно нормализуют во всех случаях цитоархитектонику эритроцитов со снижением до уровня контроля содержание в крови наблюдаемых лиц количества измененных форм. Достигнутая нормализация поверхностной геометрии эритроцитов у них сопровождалась выходом агрегационной способности красных кровяных телец на уровень нормы, тем самым минимизируя риск микротромбообразования.

Таким образом, годовые регулярные занятия по легкой атлетике полностью нормализуют процессы ПОЛ в плазме, цитоархитектонику и агрегационную способность красных кровяных телец у лиц первого зрелого возраста с АО I степени, сохраняя их на достигнутом уровне при продолжении физических тренировок.

У имеющих АО I степени лиц первого зрелого возраста отмечается ослабление антиоксидантной защиты и усиление процессов ПОЛ в плазме, сопровождающиеся ухудшением микрореологических свойств эритроцитов.

В результате регулярных 12-месячных легкоатлетических тренировок у лиц первого зрелого возраста с АО I степени нормализуются показатели ПОЛ и антиоксидантной защиты плазмы, цитоархитектоника и агрегационная способность эритроцитов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Волчегорский И.А., Долгушин И.И., Колесников О.Л. Экспериментальное моделирование и лабораторная оценка адаптивных реакций организма. — Челябинск, 2000.
- [2] Гаврилов В.Б., Мишкорудная М.И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови // Лабораторное дело. — 1983.— № 3.— С. 33—36.
- [3] Завалишина С.Ю., Фадеева Т.С. Функциональные особенности эритроцитов у здоровых молодых людей, не тренирующихся физически // Вестник РУДН. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». — 2011.— № 2.— С. 55—62.
- [4] Завалишина С.Ю., Мальцева Т.С. Микрореологические особенности эритроцитов у регулярно тренирующихся кандидатов и мастеров спорта по легкой атлетике первого зрелого возраста // Вестник новых медицинских технологий.— 2012.— Т. XIX. — № 2.— С. 134—135.
- [5] Дедов И.И., Мельниченко Г.А. Ожирение. Медицинское информационное агентство. — М., 2008.
- [6] Медведев И.Н., Завалишина С.Ю., Краснова Е.Г. Методические подходы к исследованию реологических свойств крови при различных состояниях // Российский кардиологический журнал.— 2009.— № 5.— С. 42—45.
- [7] Медведев И.Н., Завалишина С.Ю., Фадеева Т.С. Реологические свойства эритроцитов у здоровых молодых людей, регулярно тренирующихся в секции легкой атлетки // Медицинский альманах.— 2011.— № 2.— С. 177—179.
- [8] Мельников А.А., Викулов А.Д. Реологические свойства крови у спортсменов. — Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2008.
- [9] Чазова И.Е., Мычка В.Б. Метаболический синдром // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2003. — № 2(3).— С. 32—37.

LITERATURA

- [1] Volchegorskij I.A., Dolgushin I.I., Kolesnikov O.L. Jeksperimental'noe modelirovanie i laboratornaja ocenka adaptivnyh reakcij organizma. — Cheljabinsk, 2000.
- [2] Gavrilov V.B., Mishkorudnaja M.I. Spektrofotometricheskoe opredelenie sodержaniya gidropekisej lipidov v plazme krovi // Laboratornoe delo. — 1983.— № 3.— S. 33—36.
- [3] Zavalishina S.Ju., Fadeeva T.S. Funkcional'nye osobennosti jeritrocitov u zdorovyh molodyh ljudej, ne trenirujushhihsja fizicheski // Vestnik RUDN. Serija «Jekologija i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti». — 2011.— № 2. — S. 55—62.
- [4] Zavalishina S.Ju., Mal'ceva T.S. Mikrореологические особенности jeritrocitov u reguljarno trenirujushhihsja kandidatov i masterov sporta po legkoj atletike pervogo zrelogo vozrasta // Vestnik novyh medicinskih tehnologij. — 2012. — T. XIX. — № 2. — S. 134—135.
- [5] Dedov I.I., Mel'nichenko G.A. Ozhirenie. Medicinskoje informacionnoje agentstvo. — M., 2008.
- [6] Medvedev I.N., Zavalishina S.Ju., Krasnova E.G. Metodicheskie podhody k issledovaniju reologicheskikh svojstv krovi pri razlichnyh sostojanijah // Rossijskij kardiologicheskij zhurnal. — 2009.— № 5.— S. 42—45.
- [7] Medvedev I.N., Zavalishina S.Ju., Fadeeva T.S. Reologicheskije svojstva jeritrocitov u zdorovyh molodyh ljudej, reguljarno trenirujushhihsja v sekcii legkoj atletiki // Medicinskij al'manah. — 2011. — № 2.— S. 177—179.
- [8] Mel'nikov A.A., Vikulov A.D. Reologicheskije svojstva krovi u sportsmenov. — Jaroslavl': Izd-vo JaGPU, 2008.
- [9] Chazova I.E., Mychka V.B. Metabolicheskij sindrom // Kardiovaskuljarnaja terapija i profilaktika. — 2003. — № 2.— S. 32—37.

**THE IMPACT OF REGULAR PHYSICAL ACTIVITY
ON THE MIKROREOLOGICAL PROPERTIES OF ERYTHROCYTE
IN PATIENTS OF THE FIRST COMING
OF AGE WITH ABDOMINAL OBESITY 1 DEGREE**

T.S. Mal'ceva, S.Y. Zavalishina

Kursk institute of social education (branch)
of the Russian state social university
K. Marksa str., 53, Kursk, Russia, 305029

The influence on the properties of erythrocytes microrheology regular athletic training at the first mature age persons with abdominal obesity 1 degree. Evaluated lipid peroxidation and antioxidant protection of plasma cytoarchitectonics and aggregation of red blood cells. With a view to the correction of all the patients have regular visits to the Athletics section 3 times a week for 1.5 hours. Score the variables included in those with abdominal obesity was conducted after 0.5 years, 1 year, 1.5 years and 2 years of study in the section. Drug therapy in any case. Statistical analysis of Student's test was conducted.

After a year of regular training in athletics section patients achieved normalization of body weight, plasma lipid peroxidation, and cytoarchitectonics aggregation activity of red blood cells. Continued regular athletic training perpetuated achieved results.

Key words: aggregation, erythrocytes, cytoarchitecture, the first ripe age, abdominal obesity, physical activity.